



7<sup>mo</sup>  
Congreso de  
Medio Ambiente

Actas 7mo Congreso de Medio Ambiente AUGM  
22 al 24 de mayo de 2012. UNLP. La Plata Argentina

**INFLUENCIA DE CONDICIONES AMBIENTALES SOBRE LA  
PRESENCIA DE BACTERIAS EN SUELOS URBANOS DEL  
MONTE AUSTRAL, NEUQUÉN**

**Influence of environmental conditions on the presence of bacteria in urban soils of  
Austral Mount, Neuquén**

Silvina D Pezzullo<sup>a\*</sup>, Ana M Manacorda<sup>a</sup>, Anahí S Alvarez<sup>a</sup>, Cintia C Garcia<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Laboratorio de Microbiología Ambiental, Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud,  
Universidad Nacional del Comahue, Buenos Aires 1400, 8300 Neuquén, Argentina.  
[microbiologia.ambiental@facias.uncoma.edu.ar](mailto:microbiologia.ambiental@facias.uncoma.edu.ar)

<sup>b</sup> Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de Norpatagonia, Facultad de Ciencias del  
Ambiente y la Salud, Universidad Nacional del Comahue, Buenos Aires 1400, 8300 Neuquén,  
Argentina. [cyncarga@hotmail.com](mailto:cyncarga@hotmail.com)

\*Autor para correspondencia: [desiree.pezzullo@facias.uncoma.edu.ar](mailto:desiree.pezzullo@facias.uncoma.edu.ar)

*Palabras claves: microorganismos, calles de ripio, árido, salinidad.*

*Key words: microorganisms, gravel streets, arid, salinity*

*Título abreviado: Bacterias en suelos del Monte Austral*

**ABSTRACT**

Neuquén city is located in Provincia Fitogeográfica del Monte. Its environmental factors determine the soil aridity. A percentage of their streets are of bare soil, improved with gravel and without kerb and sidewalk. In summer, some of the neighborhoods are irrigated with water from a stream polluted by sewage. The entry of soil particles to nearby homes is a health risk due to the organisms that are adhered to the particles like bacteria. The objective of this study was to determine the presence and amount of total heterotrophic aerobic mesophyllic bacteria in the streets of four neighborhoods during winter, taking into account the variations along the day, and to compare results with a previous study in summer. Microbiology and physicochemical analysis of the soil were done to correlate the data found. Records of winter weather were also kept. The results indicate that the soils of the analyzed streets had a higher number of microorganisms in winter. This increase and persistence would indicate an adaptation of these bacteria in the soils. Similarly, the highest values of organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium, conductivity and sodium saturation percentage were consistent with the number of microorganisms. The most influential climate factor during winter was humidity. In conclusion, streets of soil irrigated by uncontrolled waste water are a reservoir of potentially pathogen microorganisms which vary according to climate and environmental factors. This information is necessary to carry out environmental education programs which decrease the inadequate anthropogenic practices – such as, disposing sewage in urban streams, control of water used for irrigation – to reduce the risk of infectious diseases.

**RESUMEN**

La ciudad de Neuquén se ubica en la Provincia Fitogeográfica del Monte y los factores ambientales determinan la aridez del suelo. Un porcentaje de sus calles son de tierra mejoradas con ripio y sin cordón cuneta ni veredas construidas. Durante el verano algunos barrios son regados con aguas contaminadas con efluentes cloacales provenientes de un arroyo. El ingreso de partículas de suelo a las viviendas cercanas

constituye un riesgo sanitario, por los organismos que van adheridos a las mismas, entre ellos bacterias. El objetivo del presente trabajo fue determinar presencia y cantidad de bacterias heterótrofas mesófilas aerobias totales en calles de cuatro barrios durante el invierno, teniendo en cuenta las variaciones a lo largo del día, y comparar resultados con un estudio previo realizado en verano. Se realizaron análisis microbiológicos y fisicoquímicos del suelo para correlacionar los datos hallados, y se mantuvo registro de las condiciones climáticas del invierno. Los resultados obtenidos indican que los suelos de las calles analizadas presentaron mayor número de microorganismos en invierno. Esta persistencia y aumento indicaría una adaptación de estas bacterias en los suelos. Así mismo los valores más altos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, conductividad y porcentaje de saturación sódica obtenidos fueron concordantes con la cantidad de microorganismos. El factor climático que más influyó en los recuentos durante el invierno fue la humedad. Se concluye que las calles de tierra regadas con aguas de fuentes no controladas constituyen un reservorio de microorganismos potencialmente patógenos, los cuales varían de acuerdo a factores ambientales y climáticos. Es preciso contar con esta información para realizar programas de educación ambiental que minimicen prácticas antrópicas inadecuadas tales como: vuelco de líquidos cloacales en arroyos urbanos, control del agua que es utilizada para riego, etc., con el fin de disminuir el riesgo de enfermedades infecciosas.

## **INTRODUCCIÓN**

La provincia del Neuquén está ubicada al Noroeste de la Patagonia. La ciudad de Neuquén se localiza en el Alto Valle del Río Negro y Neuquén, a 38° 58' de latitud sur y 68° 03' de longitud oeste. El clima predominante en la zona es templado-frío. Los inviernos son muy fríos con una temperatura promedio de 13,7 °C y los veranos muy calurosos con una temperatura promedio de 26 °C. La humedad atmosférica varía del 70% en invierno al 40% en verano, aproximadamente. Las precipitaciones medias anuales son de 205,3 mm. El Alto Valle se caracteriza además por ser una región de fuertes vientos. Los suelos presentan niveles de salinidad y sodicidad, que generan limitaciones para el desarrollo de cultivos y vegetación en general (Cabrera, 1994). El

conjunto de estos factores determina su condición de aridez, propia de los suelo de la Provincia Fitogeográfica del Monte.

En la década de los '70 la ciudad de Neuquén tuvo un gran impulso económico por las actividades productivas -petróleo, turismo, fruticultura-. Como consecuencia de ello la radicación de nuevos habitantes y un aumento exponencial de su población (Albers, 1996). Este crecimiento se vio acompañado por un aumento en la demanda de terrenos para la construcción de viviendas. Las cuales se consolidaron en barrios, núcleos habitacionales, con sus correspondientes vías de circulación, las calles. Un porcentaje de las calles de Neuquén son de tierra, suelo desnudo, las cuales se encuentran mejoradas con ripio sin la construcción de cordón cunetas ni veredas. Estas calles son sometidas a riego en la estación de verano y algunos camiones regadores colectan el agua en canales contaminados con efluentes cloacales. Esto se convierte en un riesgo sanitario por el ingreso de suelo, en forma de polvo o tierra, con la presencia de organismos, como ser: ácaros, insectos y bacterias entre otros agentes causales de enfermedades infecciosas o parasitarias. Los vientos predominantes de la zona y la circulación de mascotas son considerados factores que contribuyen a la dispersión de partículas de suelo, aumentando de ese modo la probabilidad de ingreso de los mencionados organismos a las viviendas y su consecuente efecto.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la presencia de bacterias heterótrofas mesófilas aerobias totales (BHMAT) en calles de tierra regadas con aguas de fuentes no controladas y su comportamiento respecto a las condiciones climáticas del invierno y variaciones durante el transcurso del día, tomando como punto de comparación un estudio previo realizado durante la estación climática opuesta.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizó un muestro de suelos de calles durante la época invernal. Para ello se seleccionaron cinco calles de un barrio de la ciudad de Neuquén, consolidadas a un barrio. Cuatro de estas calles recibía riego durante la época estival, la quinta calle fue considerada como control ya que no recibía riego en ningún momento del año. Se muestreó una calle por semana, en tanto que la primer semana correspondía a la calle A, la segunda a la B y así sucesivamente hasta la calle E. Por cada calle se tomaron tres muestras, cada una en un determinado momento del día: 10, 15 y 20 h.

Durante los meses de muestreo se registraron las condiciones climáticas para la ciudad de Neuquén, los parámetros que se tuvieron en cuenta fueron los siguientes: temperaturas (máximas y mínimas), precipitaciones, dirección y velocidad de los vientos.

Todas las muestras de suelo fueron remitidas al laboratorio donde se realizaron análisis microbiológicos, físicos (determinación de porcentaje de humedad, conductividad eléctrica, y porcentaje de saturación sódica), y químicos (materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio).

Los análisis microbiológicos consistieron en el recuento de bacterias heterótrofas mesófilas aerobias totales, mediante la técnica del Número Más Probable (APHA, 1989).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados evidenciaron la presencia de bacterias mesófilas heterótrofas aeróbicas totales en el total de las calles muestreadas, como lo demostraba el estudio de comparación realizado durante el verano (Cuadros, 2005).

Los valores se encontraron en un rango de  $1 \times 10^4$  a  $2,7 \times 10^7$  microorganismos. gr de suelo seco<sup>-1</sup>. Los resultados, para ambas estaciones, se muestran en la Tabla 1.

El valor máximo hallado en invierno corresponde a la calle A, con  $2,7 \times 10^7$  microorganismos. g de suelo seco<sup>-1</sup>, mientras que el más elevado en verano tuvo un valor de  $4,4 \times$  microorganismos. g de suelo seco<sup>-1</sup> correspondiente a la calle B. Es decir, que el valor de invierno superó en dos órdenes de magnitud al de verano, en calles con aporte de riego. En relación al valor mínimo no existen marcadas variaciones.

CALLES	SEMANA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	NÚMERO DE BACTERIAS HETERÓTROFAS MESÓFILAS AEROBIAS TOTALES*	
			INVIERNO (sin riego)	VERANO ** (con riego)
Calle A	1	10	$2.7 \times 10^6$	$2.8 \times 10^4$
		15	$2.7 \times 10^7$	$2.7 \times 10^4$
		20	$2.8 \times 10^5$	$2.7 \times 10^4$
Calle B	2	10	$1 \times 10^4$	$3.0 \times 10^4$
		15	$4.6 \times 10^4$	$3 \times 10^4$
		20	$4.8 \times 10^4$	$4.4 \times 10^5$
Calle C	3	10	$1.9 \times 10^6$	$2.8 \times 10^4$
		15	$2.8 \times 10^6$	$2.8 \times 10^4$
		20	$1.2 \times 10^5$	$2.8 \times 10^4$
Calle D	4	10	$7.8 \times 10^5$	$2.7 \times 10^5$
		15	$1 \times 10^6$	$2.7 \times 10^4$
		20	$2.7 \times 10^5$	$2.7 \times 10^4$
Calle E - CONTROL ***	5	10	$8 \times 10^1$	$9.2 \times 10^1$
		15	$1.2 \times 10^1$	$1.03 \times 10^1$
		20	$1.1 \times 10^1$	$1.8 \times 10^1$

\* Expresado en microorganismos / g de suelo seco

\*\* Cuadros, 2005

\*\*\* Con riego durante verano con agua de fuente controlada

Tabla 1. Recuento de bacterias mesófilas heterótrofas aerobias totales en estación de verano e invierno.

Table 1. Count of total heterotrophic aerobic mesophyllic bacteria, in summer and winter season.

Respecto a los tres horarios de muestreo, se observó que durante el invierno estos microorganismos presentan su máximo valor en el muestreo realizado a la tarde (15 h) en la calle A, y su mínimo valor en el muestreo realizado a la mañana (10 h) en la calle B. No se pudo determinar ninguna tendencia en los muestreos del verano.

Para la calle tomada como control, calle E, los valores registrados en el invierno fueron mucho menores que las demás calles ya que todos estuvieron en el orden de  $10^1$  microorganismos. g de suelo seco<sup>-1</sup>. No se evidenciaron marcadas diferencias con los registrados durante la estación de verano.

Estos resultados, que surgieron de la comparación de una estación respecto a otra, coinciden con lo expuesto por Rufete (2006), quien ha demostrado que la humedad resulta ser el factor más importante para la supervivencia de los microorganismos en el suelo. Así como también expresa que cambios en las condiciones del mismo en cuanto a temperatura y humedad repercuten en la estructura y función de las comunidades microbianas. El exceso de humedad, en invierno dado por las condiciones climáticas, inhibe el crecimiento bacteriano al reducir la concentración de oxígeno en el suelo (Atlas, 1981).

Lo anteriormente mencionado podría explicar la supervivencia y multiplicación de los microorganismos durante el invierno, ya que durante esta época se registraron precipitaciones, lo que repercutiría en los porcentajes de humedad de los suelos estudiados.

Los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos indicaron que la calle C fue la que presentó mayor cantidad de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio. En relación a los valores de conductividad y porcentaje de saturación sódica (PSI) la calle C presentó los valores más altos de ambos parámetros, observándose un suelo muy salino y sódico. Estos valores coinciden con los valores más altos en cuanto a recuento de bacterias. En relación a estos parámetros, Castañeda *et al.* (1999) expresó que existe una gran interrelación entre bacterias mesófilas heterótrofas aeróbicas totales y la salinidad del suelo.

Los registros climáticos, obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional, coincidieron con las medias esperadas para los meses de invierno para la ciudad de Neuquén, e indicaron una temperatura máxima media de 13.7 °C y una temperatura mínima media de 1 °C, con una velocidad media del viento de 9.1 km. h<sup>-1</sup>. Las precipitaciones promedio esperadas correspondieron a una media de 18.1 mm.

Durante la estación invierno las calles de tierra que formaron parte del presente estudio presentaron considerables valores de microorganismos y, a su vez, su número aumenta en relación a la estación verano. Esto se apoyaría en lo expresado por Zorzópulos (2001) quien sostiene que los microorganismos son capaces de evolucionar en respuesta a la presión del ambiente. Así como también lo expresan Gerba & Keswick (1980), quienes han demostrado que las partículas del suelo y sedimentos funcionan como nichos microecológicos en los cuales las especies bacterianas pueden sobrevivir y replicarse, siendo la humedad el factor que más incide en la supervivencia de las bacterias en el suelo.

## CONCLUSIÓN

Los suelos de las calles estudiadas de la ciudad de Neuquén, durante el invierno presentan mayor número de bacterias mesófilas heterótrofas aerobias totales que durante el verano. Esta persistencia y aumento indicaría una adaptación de estas bacterias al medio.

En relación a los análisis fisicoquímicos se estableció que los valores más altos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, conductividad y porcentaje de saturación sódica (PSI) fueron concordantes con la cantidad de microorganismos.

El factor climático que más influyó en los recuentos de microorganismos durante el invierno fue la humedad.

Por todo lo antes expuesto se concluye que las calles de tierra son un reservorio de bacterias, y estas pueden aumentar o disminuir su población de acuerdo a factores climáticos. Es preciso contar con esta información para realizar un programa de educación ambiental y saneamiento de la vivienda, con el fin de controlar la incidencia de enfermedades infecciosas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albers C. 1996. *Planificación comunal en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, Argentina*. Berliner Geographische Studien, Charlottenburg, Berlín: 243 p
- APHA, AWWA & WEF.1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Eaton A D,. Clesceri L S & Greenberg A E (eds), 19<sup>th</sup> Edition, Baltimore, Estados Unidos: 221 p

- Atlas M. 1981. Microbial Degradation of Petroleum Hydrocarbons: an Environmental Perspective. *Revista de Microbiología*, 45 (1): 180-209
- Cabrera AL. 1994. *Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Editorial ACME, Tomo II, Fascículo 1, Primera reimpresión, Buenos Aires: 85 p
- Castañeda MT, Rosales JC, Flores E & Hernández-Pérez P. 1999- Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de impacto ambiental en aguas residuales – pluviales en suelos agrícolas irrigados con ellas, México, Distrito Federal. *XIII Conferencias sobre Química Organometálica, Lisboa, Portugal. Información Tecnológica*, 10 (3): 34-39
- Cuadros D. 2005. *Presencia de microorganismos indicadores de contaminación fecal en calles de ripio de la ciudad de Neuquén*. Tesis de grado de la Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud de la Universidad Nacional del Comahue de Neuquén. Neuquén, Argentina: 62 p
- Díaz R, Gamazo C & Lopez - Goñi I. 1999. *Manual Práctico de Microbiología*. 2<sup>da</sup> edición. Editorial Masson, Barcelona: 213 p
- Rufete B, Pérez-Murcia MD, Pérez-Espinosa A, Moral R, Moreno-Caselles J & Paredes C. 2006. Total and Faecal Coliform Bacteria Persistence in a Pig Slurry Amended Soil. Department of Agrochemistry and Environment, Miguel Hernández University. España. *Livestock Science*, 102 (3): 211-215
- Zorzópulos J. 2001. *Microbiología Evolutiva: Historia de la vida sobre la tierra*. Editorial Asociación Argentina de Microbiología, Buenos Aires: 140 p